

การอบแห้งขยะมูลฝอยเปียกชุมชนโดยใช้ความร้อน ที่เกิดจากการย่อยสลายแบบใช้ออกซิเจน

Drying Municipal Garbage using Heat Deliberated from Aerobic Digestion

อดิเทพ วรณจรรยา สมชาติ โสภณรณฤทธิ์ และอดิศักดิ์ นาถกรณกุล
คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
126 ถนนประชาอุทิศ แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพฯ 10140

Adithep wannajanya Somchart Sophonrarnarit and Adisak Nathakaranakule
School of Energy, Environment and Materials, King Mongkut's University of Technology Thonburi,
126 Prachautit Rd., Tungku, Bangkok 10140

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาการอบแห้งขยะมูลฝอยเปียกชุมชนโดยใช้ความร้อนที่เกิดจากการย่อยสลายแบบใช้ออกซิเจนของขยะมูลฝอยเปียกชุมชนจำลองที่ใช้ในการทดลองนี้ปริมาณ 10 กิโลกรัม ประกอบด้วยเศษผักสด เศษข้าวสุก และเศษใบไม้แห้ง มาผสมคลุกเคล้ากันในอัตราส่วน 5:3:2 โดยมวล โดยใช้เศษผักสองชนิดคือ ที่ขนาดเศษผัก 50 มิลลิเมตร และ 25 มิลลิเมตร ขยะที่เตรียมได้มีค่าความชื้นเริ่มต้นที่ร้อยละ 70 มาตรฐานเปียกจะนำไปใส่ในถังทรงกระบอกที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.22 เมตร สูง 0.70 เมตร และเป่าด้วยอากาศแวดล้อมด้วยอัตราการไหลของอากาศ 2.22 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาทีต่อลูกบาศก์ของขยะ จนกระทั่งความชื้นสุดท้ายของขยะมีค่าร้อยละ 30 มาตรฐานเปียก จากการทดลองพบว่าความร้อนที่เกิดจากการย่อยสลายขยะสามารถลดความชื้นขยะลงได้ตามต้องการ และขนาดของขยะไม่มีผลต่ออัตราการอบแห้ง

Abstract

Drying municipal garbage using heat deliberated from aerobic digestion was proposed in this study to reduce a moisture content of the wet garbage. Ten kilograms of municipal wet garbage was prepared by mixing fresh vegetable scraps, fragment of cooked rice and fragment of dried leaves in a ratio of 5:3:2 by weight. The effect garbage size to its drying kinetics was also included by using two size of the vegetable- scraps, i.e. 50 mm long 20 mm wide and 25 mm long 20 mm wide. This wet garbage with an initial moisture content of 70 percent wet basis was put into the column dryer with a 0.25 m in diameter and 1.6 m high and ventilated by ambient air at a flow rate of 2.22 cubic

meters per minute per cubic meter of wet garbage. The ventilation was continued until the final moisture content of the garbage reached 30 percent wet basis. The experimental results showed that heat deliberated from aerobic digestion was able to reduce the moisture content of the wet garbage to the desired condition. The size of garbage had an effect on its drying rate.

1. บทนำ

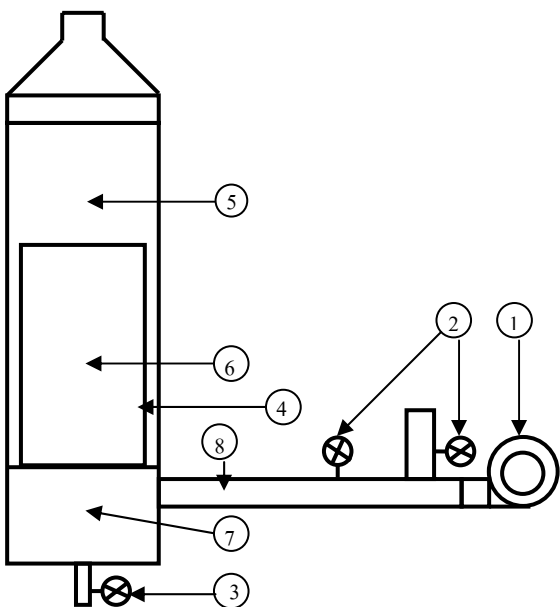
ปัจจุบันประเทศไทยมีปริมาณของขยะมูลฝอยที่เพิ่มขึ้น จากปัจจัยของจำนวนประชากร การเจริญเติบโตของเศรษฐกิจ [1] สภาพสังคม และลักษณะภูมิศาสตร์ ขยะมูลฝอยในประเทศไทยที่เกิดขึ้นโดยส่วนใหญ่สามารถแบ่งได้ออกเป็นขยะจากแหล่งชุมชน แหล่งการเกษตร และแหล่งอุตสาหกรรม [2] โดยเฉพาะจากแหล่งชุมชนส่วนใหญ่เป็นขยะมูลฝอยเปียกที่ประกอบด้วยขยะอินทรีย์ ซึ่งมีความชื้นที่สูงสามารถย่อยสลายได้ง่ายโดยกระบวนการทางชีวภาพจึงทำให้เกิดปัญหาต่อการกำจัดขยะ และเป็นแหล่งเพาะพันธุ์เชื้อโรคต่างๆ [3] กระบวนการย่อยสลายทางชีวภาพของจุลินทรีย์ใช้ออกซิเจนที่เติบโตในขยะมูลฝอยเปียกจะเกิดความร้อนขึ้นในระหว่างกระบวนการย่อยสลาย [4] การใช้วิธีการอบแห้งซึ่งเป็นกระบวนการลดความชื้นโดยใช้การถ่ายเทความร้อนไปยังวัสดุที่ชื้นเพื่อไล่ความชื้นออกโดยการระเหยนั้น [5] สามารถนำมาใช้ได้กับขยะมูลฝอยชุมชนที่เกิดความร้อนขึ้นภายในของกองขยะระหว่างกระบวนการย่อยสลายแบบใช้ออกซิเจน โดยใช้การระบายอากาศในทิศทางเดียว หรือกลับทิศทางทางไหลของอากาศเพื่อใช้ประโยชน์จากความร้อนภายในกองขยะในการลดความชื้นของกองขยะ [6,7] ดังนั้นในการวิจัยนี้จึงนำวิธีการอบแห้งแบบเบตหนึ่งโดยใช้การไหลอากาศแบบทิศทางเดียวมาใช้ในการอบแห้งขยะมูลฝอยเปียกชุมชนจำลองเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลง

ปริมาณความชื้น และอุณหภูมิในกองขยะ ซึ่งขยะที่ผ่านการอบแห้ง สามารถนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงได้

2. วิธีการดำเนินการวิจัย

2.1 อุปกรณ์และวิธีการ

เครื่องอบแห้งขยะมูลฝอยเปียกชุมชนจำลองแสดงในรูปภาพที่ 1 ประกอบด้วย พัดลมเป่าอากาศ วาล์วปรับอัตราการไหลของอากาศ วาล์วน้ำทิ้ง ห้องอบแห้งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 0.25 เมตร สูง 1.60 เมตร ภายนอกหุ้มด้วยฉนวนใยแก้ว และถังทรงกระบอกสำหรับใส่ขยะขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 22 เซนติเมตร สูง 70 เซนติเมตร



- (1) พัดลม; (2) วาล์วปรับอัตราการไหลของอากาศ; (3) วาล์วน้ำทิ้ง;
(4) ฉนวนสำหรับใส่ขยะ; (5) ห้องอบแห้ง และจุดวัดอุณหภูมิอากาศขาออก; (6) จุดวัดอุณหภูมิในตัวขยะ; (7) จุดวัดอุณหภูมิอากาศขาเข้า;
(8) ตำแหน่งวัดอัตราการไหลของอากาศ

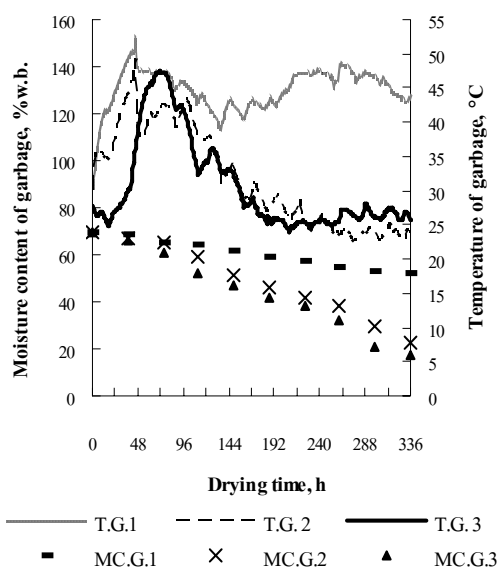
รูปที่ 1 เครื่องอบแห้ง และจุดวัดอุณหภูมิที่ใช้ทดลอง

ขยะมูลฝอยเปียกชุมชนจำลองที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วย เศษผัก เศษข้าวสุก และเศษใบไม้แห้ง อัตราส่วน 5:3:2 โดยมีมวลผสมกันคลุกเคล้าให้เป็นเนื้อเดียวกันในปริมาณ 10 กิโลกรัม โดยมีความชื้นเริ่มต้นของขยะประมาณร้อยละ 70 มาตรฐานเปียก เศษผักที่ใช้ทำขยะจะแบ่งเป็น 2 ขนาดคือ ยาว 25 มิลลิเมตร กว้าง 25 มิลลิเมตร และยาว 50 มิลลิเมตร กว้าง 25 มิลลิเมตร เพื่อศึกษาขนาดของขยะที่มีผลต่อการอบแห้ง ขยะจะถูกอบแห้งในเครื่องอบแห้งโดยการเป่าด้วยอากาศแวดล้อมด้วยอัตราการไหล 2.22 ลูกบาศก์เมตร ต่อหน้าที่ต่อลูกบาศก์ของขยะเปียก และน้ำหนักของขยะที่เปลี่ยนแปลงในช่วงอบแห้งวัดโดยการชั่งน้ำหนักของขยะประมาณ 10 ครั้งตลอดระยะเวลาการทดลองด้วยเครื่องชั่งแบบสปริงขนาดพิกัด 60 กิโลกรัมที่มีความละเอียด ± 100 กรัม อุณหภูมิของขยะภายในเครื่องอบแห้ง อุณหภูมิของอากาศแวดล้อม และอุณหภูมิที่เข้าและออกจากเครื่องอบแห้งวัด

โดยใช้เทอร์โมคอปเปิลแบบ K ต่อกับ Data logger (ยี่ห้อ Supcon โมเดล R3000, ประเทศจีน) ให้ความละเอียดในการวัด ± 0.2 เปอร์เซ็นต์ของ ค่าที่วัดได้ อัตราการไหลของอากาศหาจากการคำนวณจากความเร็วของอากาศภายในท่อที่วัดโดยใช้ Hot-wire anemometer (Testo, โมเดล testo 425, ประเทศสหรัฐอเมริกา) ให้ความละเอียดที่ ± 0.03 เมตรต่อหน้าที่+5เปอร์เซ็นต์จากค่าที่อ่านได้

3. ผลการทดลองและวิจารณ์

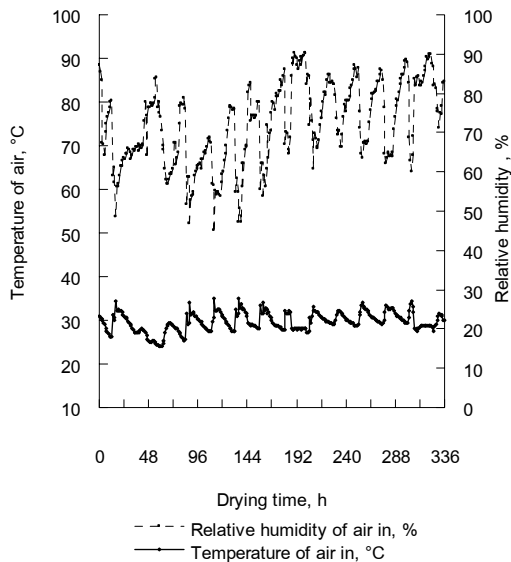
ผลการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ และความชื้นของขยะมูลฝอยเปียกชุมชนจำลองที่อบแห้งโดยใช้อากาศแวดล้อมเป่าผ่านกองขยะด้วยอัตราการไหลของอากาศ 2.22 ลูกบาศก์เมตรต่อหน้าที่ต่อลูกบาศก์ของขยะเปียกแสดงในรูปที่ 2 โดยในการทดลองที่ 1 และ 3 ได้ใช้เศษผักที่มีขนาดยาว 25 มิลลิเมตร กว้าง 25 มิลลิเมตร และการทดลองที่ 2 ได้ใช้เศษผักที่มีขนาดยาว 50 มิลลิเมตร กว้าง 25 มิลลิเมตรมาเป็นส่วนผสมในการทดลอง จากรูปที่ 2 พบว่าอุณหภูมิของขยะจะมีค่าเพิ่มขึ้นสูงสุดหลังเวลาการอบแห้ง 48 ชั่วโมงในการทดลองที่ 1 และ 2 และ 72 ชั่วโมงในการทดลองที่ 3



รูปที่ 2 ค่าความชื้น และอุณหภูมิของขยะตามระยะเวลาการอบแห้งของการทดลองที่ 1, 2 และ 3

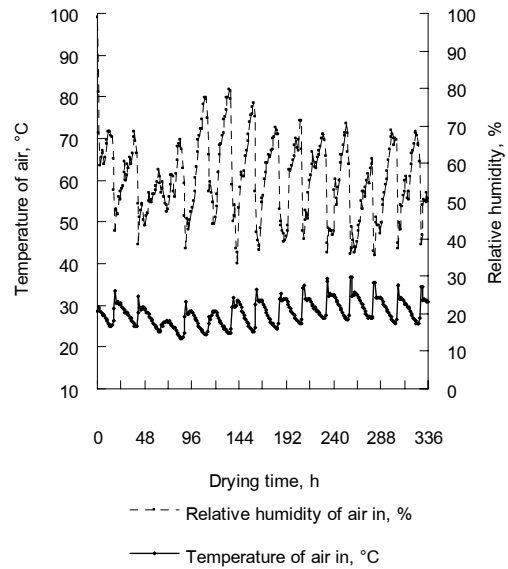
โดยขยะมีอุณหภูมิสูงสุดที่ 54, 52 และ 50 องศาเซลเซียสสำหรับการทดลองที่ 1, 2 และ 3 อุณหภูมิของขยะหลังจากจุดสูงสุดจะเริ่มลดลงเรื่อยๆจนถึง 25 องศาเซลเซียสในการทดลองที่ 2 และ 3 ส่วนการทดลองที่ 1 พบว่าอุณหภูมิของขยะไม่ลดลงเหมือนการทดลอง ที่ 2 และ 3 แต่อุณหภูมิจะคงที่อยู่ในช่วงระหว่าง 38 ถึง 48 องศาเซลเซียส ส่วนค่าความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิของอากาศที่ใช้อบแห้งโดยเฉลี่ยของการทดลองที่ 1, 2 และ 3 มีค่าเท่ากับ 72.1, 55.8 และ 57.3 เปอร์เซ็นต์ และ 29.6, 28.2 และ 29.5 องศาเซลเซียส ดังที่แสดงใน

กราฟ รูปที่ 3,4 และ5 ตามลำดับ จากค่าความชื้นของขยะทั้ง 3 การทดลองแสดงให้เห็นว่าการทดลองที่ 2 และ3 มีค่าความชื้นโดยเฉลี่ยของขยะที่ทดลองลดลงต่ำกว่าร้อยละ 30 มาตรฐานเปียกภายในระยะเวลา 336 ชั่วโมง แต่ในการทดลองที่ 1 ที่ระยะเวลาการอบแห้งเท่ากัน สามารถลดค่าความชื้นโดยเฉลี่ยของขยะลงได้เพียงร้อยละ 55 มาตรฐานเปียกเท่านั้น

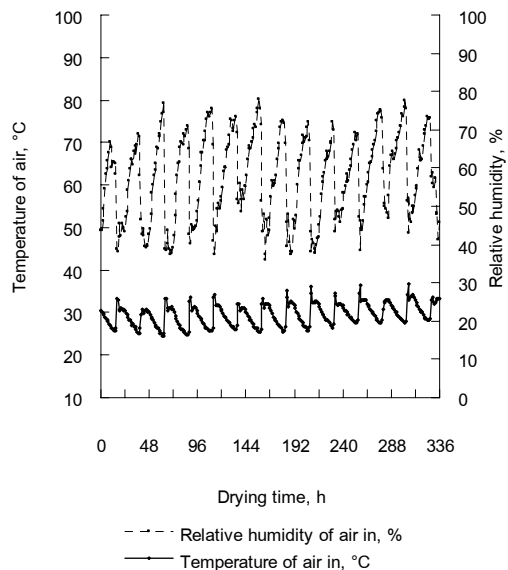


รูปที่ 3 ค่าความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิของอากาศที่ใช้ตามระยะเวลาการอบแห้งของการทดลองที่ 1

จากการเปรียบเทียบผลการทดลองที่ 2 และ3 ซึ่งมีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศแวดล้อมใกล้เคียงกันสามารถสรุปได้ว่า ขนาดเศษผักที่แตกต่างกันไม่มีผลต่ออัตราการอบแห้ง โดยอุณหภูมิภายในกองขยะในการทดลองทั้งสองมีค่าใกล้เคียงกัน แต่เมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองที่ 1 และ3 ซึ่งมีขนาดขยะเหมือนกันแต่ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศแวดล้อมต่างกัน พบว่าใกล้เคียงกันค่าความชื้นสัมพัทธ์ของ อากาศมีผลต่อการอบแห้ง เนื่องจากเมื่ออากาศชื้นไหลผ่านเข้าไปในกองขยะจะเกิดการกลั่นตัวได้ง่ายทำให้ขยะเปียกมาก และเกาะติดกันเป็นก้อนส่งผลให้อากาศไม่สามารถไหลผ่านเข้าไปในกองขยะได้ทั่วถึงความร้อนที่เกิดขึ้นจากการย่อยสลายขยะของจุลินทรีย์จึงไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการอบแห้งขยะได้ และถูกสะสมอยู่ในกองขยะส่งผลต่ออุณหภูมิภายในกองขยะที่สูงขึ้นในการทดลองที่ 1 ในขณะที่ความชื้นของขยะลดลงในอัตราส่วนที่ต่ำกว่าการทดลองที่ 3



รูปที่ 4 ค่าความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิของอากาศที่ใช้ตามระยะเวลาการอบแห้งของการทดลองที่ 2



รูปที่ 5 ค่าความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิของอากาศที่ใช้ตามระยะเวลาการอบแห้งของการทดลองที่ 3

4. สรุป

การอบแห้งขยะมูลฝอยเปียกชุมชนจำลองโดยใช้ความร้อนที่เกิดจากการย่อยสลายแบบใช้ออกซิเจนสามารถลดค่าความชื้นของขยะจากค่าความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 70 มาตรฐานเปียกให้เหลือต่ำกว่าร้อยละ 30 มาตรฐานเปียกได้ ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศแวดล้อมที่มีค่ามากจะส่งผลต่ออัตราการอบแห้งขยะที่ลดลง

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีโดยการสนับสนุนของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

1. Chiemchaisri, C., Juanga, J.P., and Visvanathan, C. (2007). "Municipal solid waste management in Thailand and disposal emission inventory". *Environmental Monitoring and Assessment*, 2007,135, 13-20.
2. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. "สรุปสถานการณ์มลพิษของประเทศไทยปี 2550." (Online). www.pcd.go.th, 15 พฤษภาคม 2550.
3. สำนักวิชาความสะอาด. (2548). สถานการณ์มูลฝอยและสิ่งปฏิกูลในกรุงเทพมหานคร. โรงพิมพ์กรุงเทพมหานคร.
4. Tchobanoglous, G., Theisen, H., and Vigil, Samuel A. (1993). *Integrated Solid Waste Management*. Singapore: McGraw-Hill.
5. สมชาติ โสภณรณฤทธิ์. (2540). การอบแห้งเมล็ดพืชและอาหารบางประเภท. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: สจธ, หน้า 1-161.
6. Adani, F., Baido, D., Calcaterra, E., Genevini, P.L.(2002). "The influence of biomass temperature on biostabilization-biodrying of municipal solid waste". *Bioresource. Technology*. 2002, 83, 173–179.
7. Sugni, M., Calcaterra, E., Adani, F. (2005). "Biostabilization-biodrying of municipal solid waste by inverting air-flow". *Bioresource. Technology*. 2005, 96, 1331–1337.